

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
19 avril 2001 (19.04.2001)

PCT

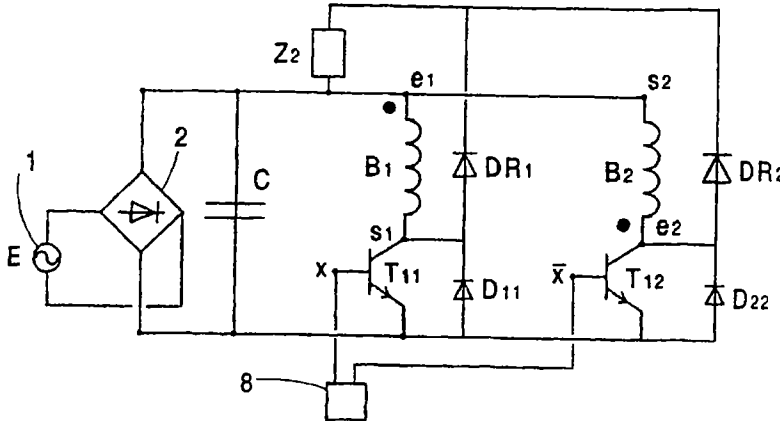
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/28083 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: **H02P 6/14**, 7/05 (71) **Déposant** (pour tous les États désignés sauf US): **SEB S.A.** [FR/FR]; Les 4 M, Chemin du Petit Bois, F-69130 Ecully (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/02619 (72) **Inventeurs; et**  
(75) **Inventeurs/Déposants** (pour US seulement): **HER-  
RADA, José** [FR/FR]; 21, rue du Capitaine Rouvreur,  
F-24200 Vernon (FR). **DANCER, Paul** [FR/FR]; 25, cours  
Fauriel, F-42100 Saint Etienne (FR).
- (22) Date de dépôt international: 21 septembre 2000 (21.09.2000)
- (25) Langue de dépôt: français (74) **Mandataire: KIEHL, Hubert**; SEB Développement,  
Chemin du Petit Bois, B.P. 172, F-69132 Ecully Cedex  
(FR).
- (26) Langue de publication: français
- (30) Données relatives à la priorité: 99/12788 8 octobre 1999 (08.10.1999) FR (81) **États désignés (national)**: AE, AG, AL, AM, AT, AT  
(modèle d'utilité), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ,  
CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (modèle d'utilité), DE, DE

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MOTOR ASSEMBLY WITH ELECTRONIC SWITCH, DEVICE POWERING SAID MOTOR AND ELECTRICAL  
VACUUM CLEANER EQUIPPED WITH SAID ASSEMBLY

(54) Titre: ENSEMBLE MOTEUR A COMMUTATION ELECTRIQUE, DISPOSITIF D'ALIMENTATION DUDIT MOTEUR  
ET ASPIRATEUR ELECTRIQUE EQUIPE DUDIT ENSEMBLE



$$\frac{5 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)} \quad (I)$$

$$\frac{500 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)} \quad (II)$$

(57) Abstract: The invention concerns an electric motor with electronic switch, such as a motor without collector and a device powering said motor from alternating voltage source network with maximum peak ( $E_{\max}$ ), consisting of: a rectifier bridge (2) connected to the alternating voltage network; a capacitive filter connected in output of the rectifier bridge, consisting of at least a capacitor of capacitance C; a voltage inverter (4) connected to the terminals of the capacitive filter (C), and comprising at least a static switch ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ), each switch being capable of supporting a maximum voltage  $V_{CE0}$  between its terminals; a motor with electronic switch of nominal power P, and having a phase inductance of value L. The invention is characterised in that the capacitance C of the capacitive filter is greater than formula (I) and less than formula (II).

[Suite sur la page suivante]

WO 01/28083 A1



(modèle d'utilité), DK, DK (modèle d'utilité), DM, DZ, EE, EE (modèle d'utilité), ES, FI, FI (modèle d'utilité), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (modèle d'utilité), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

- (84) États désignés (*régional*): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé:** Ensemble moteur à commutation électronique, tel que notamment un moteur sans collecteur et dispositif d'alimentation dudit moteur à partir d'un réseau de tension alternative de tension crête maximale  $E_{\max}$ , composé: d'un pont redresseur (2) connecté au réseau de tension alternative; d'un filtre capacitif connecté en sortie du pont redresseur, constitué d'au moins un condensateur de capacité C; d'un onduleur de tension (4) connecté aux bornes du filtre capacitif (C), et comportant au moins un interrupteur statique ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ), chaque interrupteur étant apte à supporter une tension maximale  $V_{CE0}$  entre ses bornes; d'un moteur à commutation électronique de puissance nominale P, et présentant une inductance de phase de valeur L, caractérisé en ce que la capacité C du filtre capacitif est supérieure à la formule (I) et inférieure à la formule (II).

5      **ENSEMBLE MOTEUR A COMMUTATION ELECTRIQUE, DISPOSITIF D'ALIMENTATION  
DUDIT MOTEUR ET ASPIRATEUR ELECTRIQUE EQUIPE DUDIT ENSEMBLE**

**Domaine Technique**

10      L'invention concerne un circuit d'alimentation d'un moteur à commutation  
électronique, par exemple du type courant continu sans collecteur ou à  
réluctance variable. Plus précisément, il concerne de tels circuits d'alimentation  
destinés à être reliés à un réseau d'alimentation en tension alternative. Elle vise  
plus spécifiquement la configuration du circuit d'alimentation, en ce qui  
15 concerne le filtre de tension relié à la sortie d'un pont redresseur lui-même relié  
au réseau d'alimentation alternatif.

**Techniques antérieures**

20      De façon connue, les moteurs à commutation électronique tels que  
notamment les moteurs sans collecteur, du type "brushless", peuvent être  
alimentés à partir du réseau alternatif par l'intermédiaire d'un circuit  
d'alimentation incluant un pont redresseur, un filtre capacitif et une structure  
d'onduleur de tension.

25      Dans la suite de la description et pour faciliter la compréhension du  
fonctionnement, la structure d'onduleur de tension est un pont en H comportant  
quatre interrupteurs statiques, mais l'invention n'est pas limitée à l'utilisation de  
quatre interrupteurs, l'invention couvrant tous les types de moteur donc tous les  
types de commande.

30

Plus précisément et comme illustré à la figure 1, la structure d'onduleur de  
tension comporte deux bras connectés aux bornes d'un filtre capacitif, et  
comprenant chacun deux interrupteurs statiques constitués, en fonction de la  
puissance nécessaire du moteur, par des transistors bipolaires, des transistors

à effet de champs, ou des IGBT, équipés chacun d'une diode de roue libre en antiparallèle.

Ces différents interrupteurs statiques sont commandés en opposition de  
5 manière à soumettre l'inductance de phase du moteur à la tension du filtre capacitif ou à son opposé.

Dans le schéma de principe illustré à la figure 1, le filtre capacitif mis en place à la sortie du pont redresseur a pour objet de maintenir la tension en  
10 sortie du pont redresseur et donc à l'entrée de l'onduleur, à une valeur aussi constante que possible pour assurer une alimentation constante en énergie du moteur.

De façon générale, le filtre capacitif est constitué d'un condensateur de  
15 relativement forte valeur, destiné à limiter les chutes de tension aux bornes de l'onduleur entre deux alternances de la tension d'alimentation du réseau.

Par ailleurs, la tension continue maintenue aux bornes de l'onduleur a pour effet, lors des phénomènes de commutation des bras de l'onduleur,  
20 d'assurer une décroissance du courant à l'intérieur d'une phase du moteur.

En effet, après l'extinction des interrupteurs de puissance  $T_1$  et  $T_4$ , le courant dans la phase du moteur est conduit par les diodes de roue libre  $D_2$  et  $D_3$ , ce qui a pour effet de soumettre la phase moteur à une tension opposée à  
25 la tension à laquelle elle était soumise lorsque les interrupteurs  $T_1$  et  $T_4$  étaient en conduction.

Le courant circulant dans les diodes de roue libre  $D_2$  et  $D_3$  charge en partie la capacité du filtre d'entrée, provoquant par là même l'augmentation de  
30 la tension filtre. L'augmentation de cette tension accélère donc la décroissance du courant et donc son extinction.

Un premier problème que se propose de résoudre l'invention est donc celui de la rapidité de l'extinction du courant dans les phases du moteur.

Malheureusement, dans le schéma traditionnel illustré à la figure 1, l'augmentation de tension engendrée par le courant circulant dans les diodes de roue libre n'est pas suffisamment significative car le condensateur présente une impédance relativement faible à la fréquence de fonctionnement de l'onduleur.

En effet, ce condensateur est généralement défini pour filtrer une fréquence faible, égale à deux fois la fréquence du réseau, qui est très largement inférieure à la fréquence de fonctionnement de l'onduleur.

Pour assurer une commutation plus rapide, tout en conservant une tension filtre constante lors des phases de commutation, on a déjà proposé, dans les documents WO 90/03063, WO 90/13941 et WO 90/00909, d'interposer entre la borne positive du filtre capacitif et la borne positive de l'onduleur, un condensateur supplémentaire de relativement faible de valeur, auquel on adjoint une diode supplémentaire de redressement.

De la sorte, lorsque la conduction du courant se fait par les diodes de roue libre, la diode supplémentaire en antiparallèle reste bloquée et le condensateur supplémentaire se charge, assurant ainsi la montée de la tension beaucoup plus rapidement que dans le schéma traditionnel de la figure 1.

Cette solution, si elle s'avère satisfaisante en ce qui concerne le temps d'extinction du courant, présente en revanche l'inconvénient majeur de nécessiter des composants supplémentaires dont le coût augmente le prix de revient global de l'appareil dans lequel le moteur est installé.

En outre, ces composants supplémentaires sont soumis aux tensions maximales du circuit d'alimentation, ce qui nécessite de prendre des précautions en termes d'isolation électrique, qui ont pour conséquence supplémentaire d'augmenter encore le prix global de l'appareil.

En outre, l'ajout de tels composants soumis à des tensions importantes, diminue la fiabilité globale de l'appareil.

Un autre problème que se propose de résoudre l'invention est celui de la fiabilité et la simplicité d'un dispositif d'alimentation destiné à équiper notamment des appareils produits en grande série, et dans lesquels le nombre de composants a un impact important sur le prix de revient de l'appareil.

5

Par ailleurs, on sait que l'ondulation du courant dans les phases du moteur se traduit par la présence d'harmoniques de tension aux bornes de la capacité du filtre continu, et par conséquent, la génération d'harmoniques de courants renvoyés sur le réseau alternatif.

10

La capacité du filtre de tension continue a donc une incidence sur la valeur des harmoniques de courant rejeté sur le réseau alternatif d'alimentation.

15

Or, les normes de construction des appareils électriques imposent des exigences quant au niveau de courants harmoniques rejetés sur le réseau.

Un autre problème que se propose de résoudre l'invention est celui de la limitation des perturbations harmoniques générées sur le réseau d'alimentation alternatif.

20

L'invention se propose donc de fournir un circuit d'alimentation permettant d'assurer une extinction et un établissement aussi rapides que possible du courant dans les bobinages du moteur, tout en limitant au minimum le nombre de composants nécessaires à cette extinction et en restant compatible avec les exigences normalisées concernant le rejet de courants harmoniques sur le réseau d'alimentation alternatif.

25

### **Exposé de l'invention**

30

L'invention concerne donc un ensemble moteur à commutation électronique, tel que notamment du type courant continu sans collecteur, et le dispositif d'alimentation de ce moteur à partir d'un réseau de tension alternative, de tension crête maximale  $E_{\max}$ , composé :

- d'un pont redresseur connecté au réseau de tension alternative ;

- d'un filtre capacitif connecté en sortie du pont redresseur, constitué d'au moins un condensateur de capacité C ;
- d'un onduleur de tension connecté aux bornes du filtre capacitif, et comportant au moins un interrupteur statique, chaque interrupteur étant apte à supporter une tension maximale  $V_{CE0}$  entre ses bornes ;
- d'un moteur à commutation électronique de puissance nominale P, et présentant une inductance de phase de valeur L.

Le dispositif d'alimentation conforme à l'invention se caractérise en ce que la capacité C du filtre capacitif est supérieure à :

$$\frac{5. P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)}$$

et inférieure à :

$$\frac{500. P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)}$$

Ainsi, l'invention consiste à sélectionner un condensateur destiné à servir de filtre d'entrée, dont la capacité est nettement inférieure à celle des condensateurs utilisés habituellement.

Le choix d'une valeur faible de capacité se traduit par une diminution du filtrage de la tension redressée par le pont redresseur et donc par le fait que l'onduleur fonctionne à partir d'une tension peu stabilisée, c'est-à-dire fortement variable.

Ce mode de fonctionnement se traduit par une augmentation des harmoniques de courant à l'intérieur du moteur, et donc une augmentation de la valeur efficace de ce courant pour une même valeur de courant utile.

Il s'ensuit que le moteur doit être surdimensionné par rapport à un moteur fonctionnant à partir d'une tension constante. Notamment, les bobinages de

cuivre et les aimants du rotor doivent être de taille supérieure à ceux d'un moteur fonctionnant à partir d'une tension constante équivalente.

5 Néanmoins, ces désavantages sont de façon surprenante compensés par la possibilité de choisir un condensateur de filtre appartenant à une gamme différente, et dont le prix de revient est beaucoup plus faible que les condensateurs généralement utilisés, réalisés selon une technologie électrolytique.

10 En outre, le phénomène d'extinction du courant dans les phases moteur est accéléré.

Comme déjà dit, l'onduleur de tension peut adopter différentes architectures. Dans une forme de réalisation, il présente deux bras connectés  
15 aux bornes du filtre capacitif, chaque bras comportant deux interrupteurs statiques en série.

Dans une autre variante, l'onduleur de tension comporte deux bras connectés aux bornes du filtre capacitif, chaque bras comportant un seul  
20 interrupteur statique.

Avantageusement en pratique, le condensateur choisi est un condensateur polyester.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, le moteur comporte un nombre de pôles supérieur ou égal à quatre, et préférentiellement égal à six. De la sorte, pour une même valeur de flux à l'intérieur du moteur, donc de couple, on divise l'inductance de phase du moteur, par le nombre de paires de pôles. Ainsi, contrairement à la tendance générale qui consiste à diminuer le  
30 nombre de paires de pôles pour des moteurs tournant à des vitesses relativement importantes, l'invention présente un avantage, à l'inverse, d'augmenter le nombre de paires de pôles.

En effet, en approximation du premier ordre, l'inductance d'un bobinage est proportionnelle au carré de son nombre de spires, tandis que le flux parcouru par la bobine est proportionnel au produit du nombre de spires par le courant qui les parcourt.

5

Il s'ensuit qu'avec un nombre de pôles égal à quatre ou six, on diminue fortement la valeur du minimum de la plage de capacité conforme à l'invention.

10 De la sorte, il est possible de choisir selon l'invention un condensateur de faible valeur, dont le prix de revient est largement inférieur aux condensateurs habituellement utilisés, ce qui rend économiquement compétitif l'appareil dans lequel est monté le moteur conforme à l'invention.

### **Description sommaire des figures**

15 La manière de réaliser l'invention, ainsi que les avantages qui en découlent ressortiront bien de la description du mode de réalisation qui suit, à l'appui des figures annexées dans lesquelles :

La figure 1 est un schéma du circuit électrique d'alimentation et du moteur conforme à l'invention.

20 Les figures 2 et 3 sont des relevés d'écran d'oscilloscope illustrant respectivement la variation de la tension aux bornes du filtre capacitif, et la variation d'une valeur de courant proportionnelle au flux dans le moteur.

La figure 4 est un diagramme temporel illustrant la valeur du courant entrant dans l'onduleur.

25 La figure 5 est un schéma du circuit électrique conformément à une variante de réalisation dans laquelle l'onduleur comporte deux interrupteurs statiques.

### **Manière de réaliser l'invention**

30 Comme déjà dit, l'invention concerne un circuit d'alimentation d'un moteur tel que par exemple un moteur à commutation électronique "brushless", notamment destiné à des applications dans les domaines de l'électroménager, et en particulier pour les aspirateurs électriques.

Ainsi, comme illustré à la figure 1, le schéma d'un circuit d'alimentation est connecté au réseau 1 de tension alternative typiquement de valeur de 230 V efficaces

5 On sait que la valeur efficace de la tension du réseau peut varier d'environ 10% autour de sa valeur nominale. Cela signifie donc que la valeur efficace maximum peut atteindre 253 V sur un réseau alternatif de 230 V, ce qui correspond à une valeur crête maximale  $E_{\max}$  de 358 V.

10 Le circuit d'alimentation comprend donc un pont redresseur 2, constitué de quatre diodes 3 disposées conformément à la figure 1. Ce pont redresseur délivre une tension redressée au filtre capacitif constitué du condensateur C.

15 L'onduleur de tension 4 représenté à la figure 1 est connecté aux bornes du filtre capacitif C, et comprend deux bras identiques, présentant chacun deux transistors  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ , dont l'un est relié à la borne positive du filtre capacitif, tandis que l'autre est relié à la borne négative du filtre capacitif. Les bases des transistors  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  sont connectées au circuit de commande 8 qui déclenche leur commutation.

20 Chacun des transistors ( $T_1$ - $T_4$ ), comprend une diode ( $D_1$ - $D_4$ ) connectée en antiparallèle.

25 Le point milieu (5-6) de chaque bras, auquel sont connectés les deux transistors ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ) est relié également à une des bornes de la phase moteur, modélisée à la figure 1 par une inductance L, traversée par un courant  $I_L$ .

30 Les différents interrupteurs de puissance de chaque bras des onduleurs sont caractérisés par une valeur de tension maximale à laquelle ils ne doivent pas être soumis sous risque de dégradation, voire de destruction. Ainsi, dans le cas d'un transistor bipolaire, cette tension maximale est généralement connue sous l'abréviation de  $V_{CE0}$  correspondant à la tension maximale entre le collecteur et l'émetteur.

Le moteur qui alimente cet onduleur de tension est un moteur "brushless" ou un moteur à réluctance variable, dont la puissance nominale  $P$  et l'inductance de phase sont nécessaires pour déterminer la valeur de la capacité  $C$  du filtre d'entrée, conformément à l'invention.

5

Ainsi, comme déjà dit, selon une caractéristique de l'invention, la capacité du filtre d'entrée  $C$  est comprise entre les deux valeurs suivantes :

$$\frac{5 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)} \text{ et } \frac{500 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)}$$

10 dans lesquelles  $E_{\max}$  est la tension crête maximum du réseau alternatif,  $L$  est l'inductance d'une phase du moteur,  $P$  est la puissance nominale du moteur, et  $V_{CE0}$  est la tension maximale à laquelle peuvent être soumis les transistors bipolaires.

15 Ainsi, dans un exemple particulier non limitatif, pour un moteur de l'ordre d'une puissance nominale de l'ordre de 1200 Watts, et présentant une inductance de phase de 2 mH, en utilisant des transistors dont la tension  $V_{CE0}$  vaut 600 V, la capacité du filtre de tension continue en  $C$  peut être comprise entre 0,5  $\mu$ F et 50  $\mu$ F.

20

On remarque que cette valeur est largement inférieure à celle des condensateurs utilisés pour des applications similaires, qui est typiquement de l'ordre de 220  $\mu$ F.

25 En choisissant le condensateur de filtrage dans cette plage de valeurs, on permet d'une part, d'assurer une extinction et un établissement du courant plus rapide que dans les schémas connus jusqu'alors, et d'autre part, de sélectionner un tel condensateur dans des gammes technologiques beaucoup moins coûteuses que celles des condensateurs électrolytiques jusqu'alors  
30 quasi exclusivement utilisés dans ce genre d'application.

Ainsi, le fonctionnement de l'onduleur est comme décrit ci-après.

Comme on le voit à la figure 4, lorsque les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont conducteurs, la phase moteur est soumise à la tension du condensateur C, et voit donc le courant  $I_L$ , qui le traverse, croître, correspondant à la rampe 10.

- 5 Lorsque les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont éteints, le courant  $I_L$  circulant dans la phase moteur ne pouvant s'éteindre instantanément du fait du caractère inductif du moteur, circule donc à travers les diodes de roue libre  $D_2$  et  $D_3$ .

- 10 Ainsi, lorsque les diodes  $D_2$  et  $D_3$  sont conductrices, l'inductance moteur L est soumise à l'opposé de la tension du condensateur C, ce qui induit la décroissance de l'intensité  $I_L$ .

- 15 Le courant  $I_L$  circulant dans la diode  $D_3$  ne pouvant traverser le pont redresseur, charge donc le condensateur C, augmentant donc la tension  $U_F$  aux bornes de l'onduleur.

Cette tension augmentant, la décroissance du courant  $I_L$  dans la phase moteur est accélérée, comme on le voit sur la rampe 11.

- 20 Par la suite, lorsque le courant  $I_L$  devient nul, les transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés et le courant  $I_L$  devient négatif et croît en valeur absolue (voire rampe 12).

- 25 De façon symétrique, lorsque les transistors  $T_2$  et  $T_3$  ne sont plus commandés, les diodes de roue libre  $D_4$  et  $D_1$  deviennent conductrices, ce qui provoque la décroissance de la valeur absolue du courant  $I_L$  jusqu'à une valeur nulle (voire rampe 13).

- 30 Par la suite, les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés et le fonctionnement correspond à ce qui a déjà été décrit auparavant.

Lorsque les diodes de roue libre  $D_3$ - $D_2$  ou  $D_1$ - $D_4$  sont conductrices, le courant d'entrée de l'onduleur  $I_e$ , avec la convention de signe correspondant à la figure 1, est négatif.

Ce courant négatif étant bloqué par le pont redresseur, il charge la capacité C dont sa tension présente donc des variations 14 comme illustré à la figure 2.

5 Par ailleurs, la tension illustrée à la figure 2 présente une composante 15 à deux fois la fréquence du réseau, soit typiquement 100 Hz, correspondant à la valeur de la tension réseau partiellement filtrée par le condensateur C.

Autrement dit, l'onduleur et donc le moteur ne fonctionnent non pas  
10 comme très généralement sur une tension constante, mais bien sur une tension variable.

Il s'ensuit que le moteur est le siège de courants harmoniques supérieurs à ceux qui le traversent lorsqu'il est alimenté en tension constante, puisque les  
15 valeurs crête et efficace s'éloignent de la valeur moyenne. Cela induit un léger surdimensionnement du bobinage et des parties aimantées du moteur dont l'influence sur le prix de revient est toutefois compensée par le faible coût du condensateur choisi conformément à l'invention.

20 La figure 3 est un oscillogramme représentant, pour un point de fonctionnement du moteur, la composition des courants qui produisent le flux magnétique dans le moteur. On observe un battement de fréquence dû à la fréquence du réseau, phénomène induit par la valeur faible du condensateur d'entrée, comme précédemment expliqué.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, le moteur utilisé dans la configuration conforme à l'invention présente un nombre de paires de pôles supérieur ou égal à deux, et préférentiellement égal à trois.

30 En effet, on a constaté que l'utilisation d'un moteur à quatre ou six pôles permet d'obtenir, pour un couple et un courant identique, une inductance phase dans un rapport du nombre de paires de pôles. Autrement dit, un moteur à trois paires de pôles présente une inductance, en première approximation trois fois inférieure à celle d'un moteur de puissance identique mais à deux pôles. Il

s'ensuit que la valeur du condensateur de filtre C, choisi conformément à l'invention, est largement inférieure aux valeurs des condensateurs utilisés habituellement, ce qui permet de les choisir dans une gamme technologiquement moins coûteuse.

5

Par ailleurs, comme déjà dit, l'utilisation d'un filtre capacitif de relativement faible valeur permet de limiter également les harmoniques de courant injectés sur le réseau d'alimentation alternatif, et de permettre à l'appareil équipé du moteur caractéristique de respecter les normes en vigueur notamment

10 concernant les appareils électroménagers.

A titre d'exemple, on utilise un moteur de 1200 W, tournant à 35000 tours par minute, et comportant trois paires de pôles, et présentant une inductance de phase égale à deux mH.

15

La tension réseau est de 230 V, et peut monter jusqu'à 358 V crête. L'onduleur choisi est équipé de transistors bipolaires dont le  $V_{CE0}$  vaut 600 V. Le condensateur du filtre d'entrée caractéristique est un condensateur polyester, de capacité égale à 4,7  $\mu$ F.

20

Dans ce cas de figure, les courants harmoniques rejetés sur le réseau alternatif sont très inférieurs aux taux autorisés par la majorité des normes régissant les réjections harmoniques des appareils électroménagers.

25

Comme déjà dit, l'invention ne se limite pas à la structure d'onduleur de tension décrite en détail ci-avant, mais au contraire couvre les variantes dans lesquelles l'onduleur présente un nombre réduit d'interrupteurs statiques, comme par exemple illustré à la figure 5. Dans ce cas de figure, le moteur comprend deux enroulements ( $B_1$ ,  $B_2$ ) couplés magnétiquement selon les

30 points figurés et présentant une borne commune ( $e_1$ ,  $s_2$ ). L'onduleur comporte deux interrupteurs statiques ( $T_{11}$ ,  $T_{12}$ ) connectés chacun à une borne ( $s_1$ ,  $e_2$ ) de l'enroulement différente de la borne commune, comportant également des diodes, respectivement  $D_{11}$  et  $D_{22}$  montées en antiparallèle. Un circuit de récupération est composé des diodes  $D_{R1}$ ,  $D_{R2}$  et de l'impédance  $Z_2$ . D'autres

structures d'onduleur peuvent également être adoptées, dès lors que le principe de l'invention est respecté, à savoir que la capacité du condensateur de filtrage en sortie de pont est telle que la tension à ses bornes varie de façon importante lors du transfert d'énergie de l'inductance vers le condensateur lors  
5 des commutations.

Il ressort de ce qui précède que le circuit d'alimentation, et le moteur conforme à l'invention, présentent de multiples avantages et notamment :

- 10 – la possibilité d'adopter un condensateur de filtrage continu appartenant à une gamme technologiquement moins coûteuse que les condensateurs électrolytiques habituellement utilisés pour ce genre de montage ;
- une commutation facilitée par une extinction rapide du courant dans la phase moteur, dans la phase de conduction ou diode de roue libre ;
- 15 – une faible réjection d'harmoniques de courant sur le réseau alternatif d'alimentation.

### **Applications industrielles**

20 Le moteur et son dispositif d'alimentation conformes à l'invention peuvent présenter de multiples applications, notamment dans le domaine de l'électroménager, et plus particulièrement dans l'entraînement d'organes tournants tels que ventilateurs ou turbines. Il trouve donc une application toute naturelle dans les aspirateurs électriques.

## REVENDICATIONS

1. Ensemble moteur à commutation électronique, tel que notamment un moteur sans collecteur et dispositif d'alimentation dudit moteur à partir d'un réseau de tension alternative de tension crête maximale  $E_{\max}$ , composé :
- d'un pont redresseur (2) connecté au réseau de tension alternative ;
  - d'un filtre capacitif connecté en sortie du pont redresseur, constitué d'au moins un condensateur de capacité C ;
  - d'un onduleur de tension (4) connecté aux bornes du filtre capacitif (C), et comportant au moins un interrupteur statique ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ), chaque interrupteur étant apte à supporter une tension maximale  $V_{CE0}$  entre ses bornes ;
  - d'un moteur à commutation électronique de puissance nominale P, et présentant une inductance de phase de valeur L,
- caractérisé en ce que la capacité C du filtre capacitif est supérieure à :

$$\frac{5 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)}$$

et inférieure à :

$$\frac{500 \cdot P^2 L}{E_{\max}^2 (V_{CE0}^2 - E_{\max}^2)}$$

20

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'onduleur de tension comporte deux bras connectés aux bornes du filtre capacitif (C), chaque bras comportant deux interrupteurs statiques ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ) en série.

25

3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'onduleur de tension comporte deux bras connectés aux bornes du filtre capacitif (C), chaque bras comportant un interrupteur statique.

30

4. Ensemble selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le condensateur est un condensateur polyester.
- 5
5. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur comporte un nombre de pôles supérieur ou égal à quatre.
6. Ensemble selon la revendication 5, caractérisé en ce que le moteur
- 10 comporte un nombre de pôles égal à six.
7. Aspirateur électrique caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble selon l'une des revendications 1 à 6.

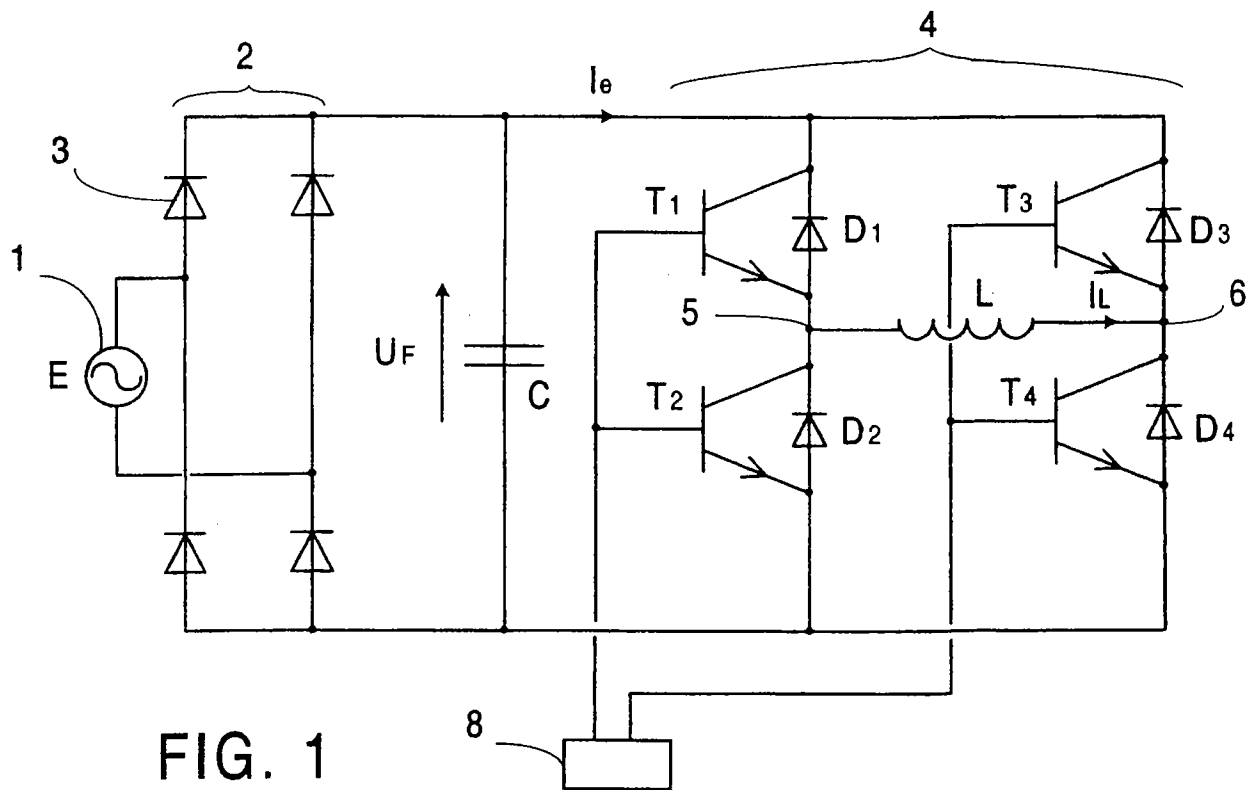


FIG. 1

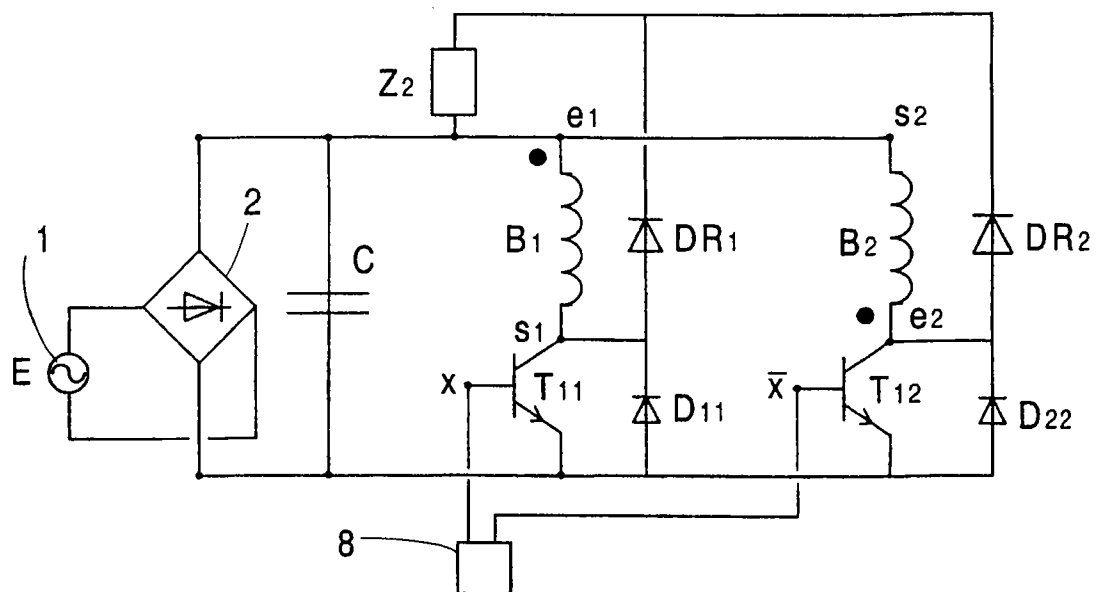


FIG. 5

2/3

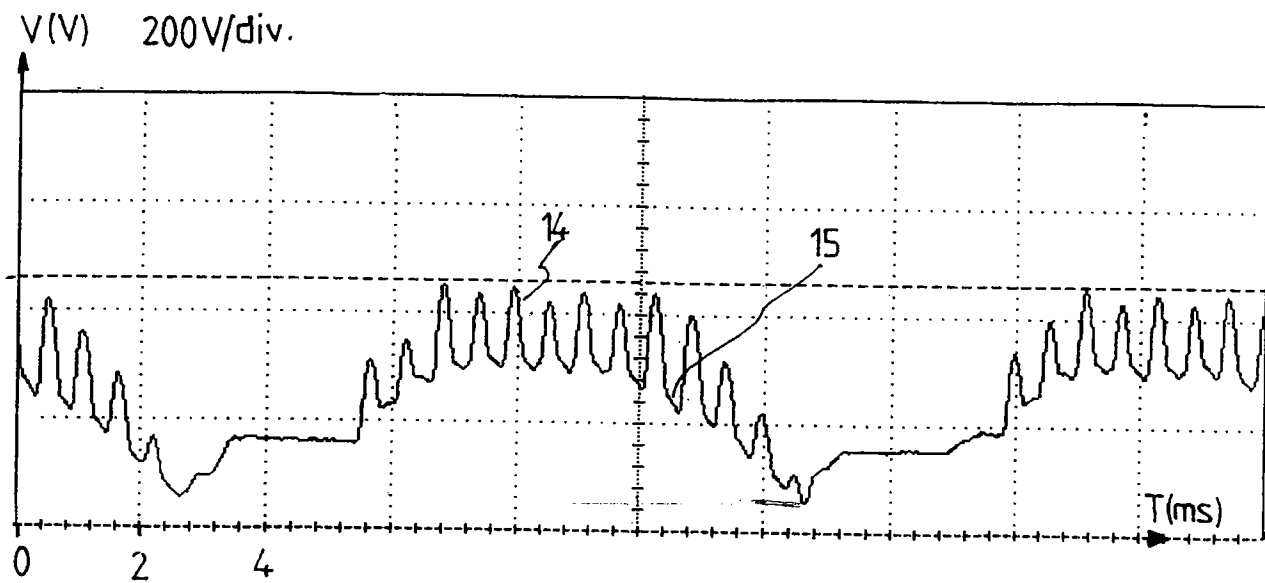


FIG. 2

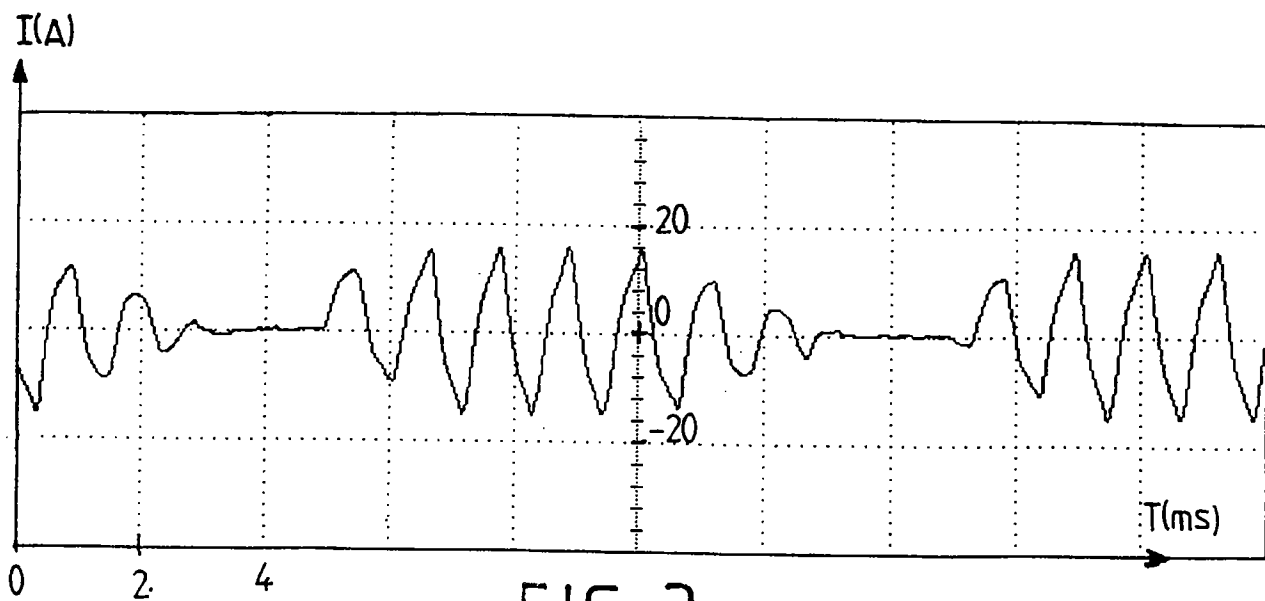


FIG. 3

3/3

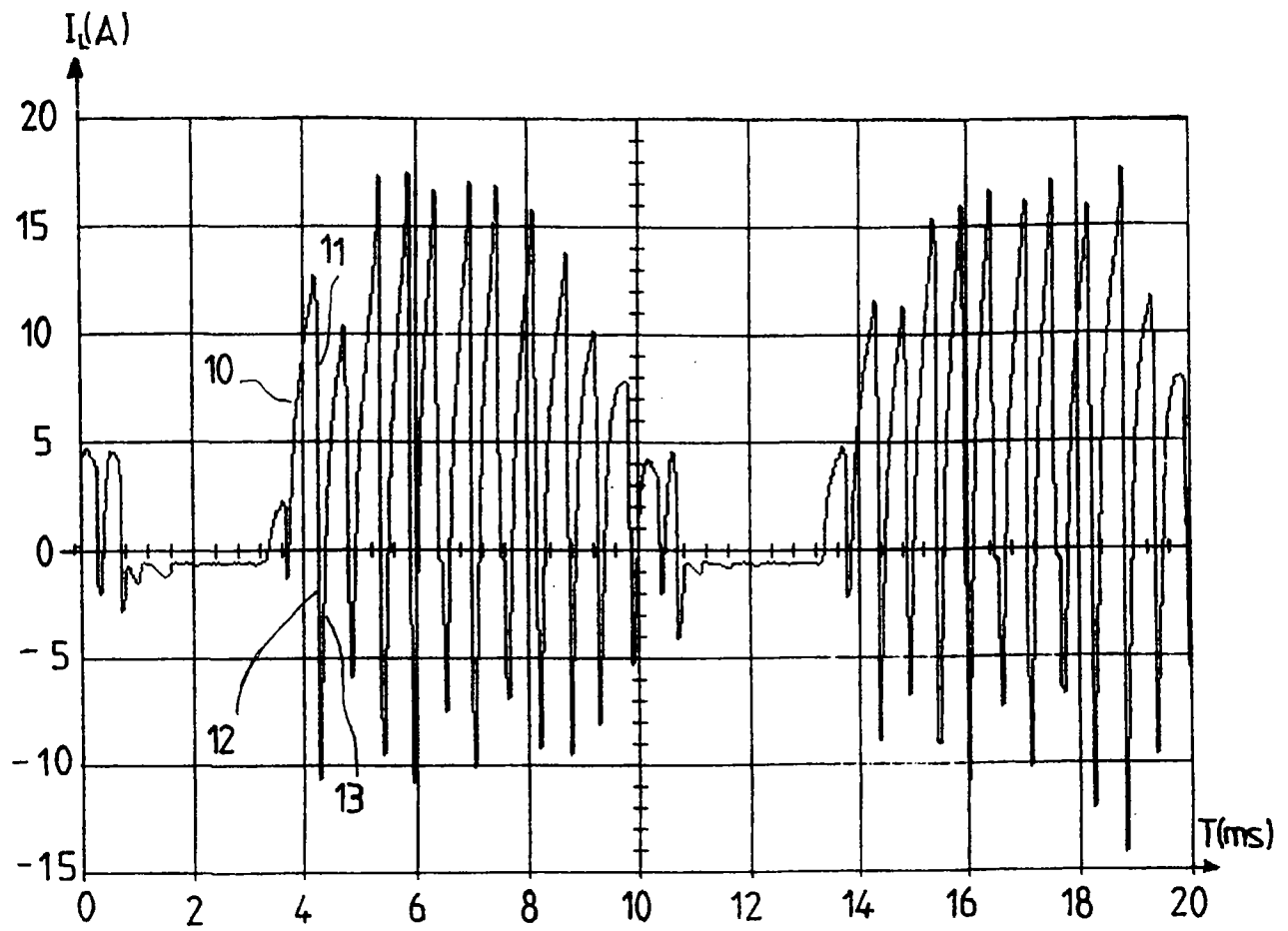


FIG. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/FR 00/02619

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02P6/14 H02P7/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 90 13941 A (SECOH GIKEN KK) 15 November 1990 (1990-11-15) cited in the application abstract; figures 1A,6A ---	1-6
A	WO 90 03063 A (SECOH GIKEN KK) 22 March 1990 (1990-03-22) cited in the application abstract; figure 3 ---	1-6
A	FR 2 478 896 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 25 September 1981 (1981-09-25) claim 1; figure 2 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 December 2000

Date of mailing of the international search report

12/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beyer, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02619

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9013941 A	15-11-1990	JP 2294293 A DE 69028276 D DE 69028276 T EP 0427868 A US 5097191 A	05-12-1990 02-10-1996 09-01-1997 22-05-1991 17-03-1992
WO 9003063 A	22-03-1990	JP 2079792 A DE 68923785 D DE 68923785 T EP 0387358 A US 5109184 A	20-03-1990 14-09-1995 21-12-1995 19-09-1990 28-04-1992
FR 2478896 A	25-09-1981	DE 3010435 A GB 2075288 A,B HK 31688 A SG 56287 G US 4374347 A	24-09-1981 11-11-1981 06-05-1988 18-09-1987 15-02-1983

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/02619

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H02P6/14 H02P7/05

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H02P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 90 13941 A (SECOH GIKEN KK) 15 novembre 1990 (1990-11-15) cité dans la demande abrégé; figures 1A, 6A	1-6
A	WO 90 03063 A (SECOH GIKEN KK) 22 mars 1990 (1990-03-22) cité dans la demande abrégé; figure 3	1-6
A	FR 2 478 896 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 25 septembre 1981 (1981-09-25) revendication 1; figure 2	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

6 décembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Beyer, F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/02619

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9013941 A	15-11-1990	JP 2294293 A	05-12-1990
		DE 69028276 D	02-10-1996
		DE 69028276 T	09-01-1997
		EP 0427868 A	22-05-1991
		US 5097191 A	17-03-1992
WO 9003063 A	22-03-1990	JP 2079792 A	20-03-1990
		DE 68923785 D	14-09-1995
		DE 68923785 T	21-12-1995
		EP 0387358 A	19-09-1990
		US 5109184 A	28-04-1992
FR 2478896 A	25-09-1981	DE 3010435 A	24-09-1981
		GB 2075288 A, B	11-11-1981
		HK 31688 A	06-05-1988
		SG 56287 G	18-09-1987
		US 4374347 A	15-02-1983